

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

**Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.**

**Defects in the images may include (but are not limited to):**

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. <sup>8</sup> G03F 7/00	(11) 공개번호 (43) 공개일자	특1999-029914 1999년 04월 26일
(21) 출원번호 (22) 출원일자	특1998-038606 1998년 09월 18일	
(30) 우선권주장 (71) 출원인	197 41 492.3 1997년 09월 19일 독일(DE) 미크로파르츠 게젤샤프트 쾰러 미크로스트рук투르데히크 엠베하	베히중
(72) 발명자	독일 데-44227 도르트문트 하우에르트 7 라이넬케 홀거 독일 데-44287 도르트문트 필른-베를리너 슈트라쎄 127 카피트차 노르베르트 독일 데-44364 도르트문트 알텐헨네슈트라쎄 30 발호른 랄프-올리히 독일 데-44227 도르트문트 암 스피르켈 41 슈피츠너 올리케 독일 데-44623 헤르네 오토-휘-슈트라쎄 3 쾰퍼마이어 베른하르트 독일 데-53115 본 슐로쓰슈트라쎄 11	
(74) 대리인	이병호	

심사청구 : 없음

(54) 미소 구조체의 제조방법

요약

LIGA 방법에 따라 미소 구조체를 제조하기 위해 X선을 사용하여 패턴식으로 플라스틱 피복물을 방사선 조사한다. 용해되거나 용해되어 있는 플라스틱 층의 영역을 현상제를 사용하여 선택적으로 용해시킨다. 공지된 플라스틱은 상당한 방사선 조사 비용을 필요로 한다.

본 발명에 따른 방법에 있어서 공지된 플라스틱에 비해 짧은 방사선 조사시간을 필요로 하는 광 경화성 에폭시 피복물을 사용한다. 미소 구조체는 큰 중형비를 보유할 수 있고 결함 및 장애가 없는 더욱 큰 구조 깊이로 현상될 수 있다. 구조체의 정확성은 마이크로미터 범위 이하이다.

본 발명의 방법에 의해, 방사선 조사 비용 및 총 비용이 절감되어 더욱 양호한 품질의 깊은 미소 구조체를 경제적으로 제조할 수 있다.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 엑스(X)선으로 중합체를 방사선 조사하고 후속적으로 적합한 현상 매질을 사용하여 현상함으로써 마이크로미터 범위로 측면을 측정하는 경우 수 마이크로미터 내지 밀리미터 범위의 구조 깊이를 갖는 미소 구조체를 제조하는 방법에 관한 것이다.

마이크로 전자공학에 있어서, 신규한 제품의 조망할 수 없는 다양성을 위해 상응하는 기술을 사용하는 일관된 소형화 및 집적화가 이루어져 왔다. 마이크로 전자공학은 불과 수년 이내에 소형화에 있어서 다른 산업 분야에 대해 강력하게 우위를 차지하게 되었다. 이런 와중에 두드러진 사항은 차후 또다른 마이크로 기술이 중요한 의미를 획득하게 되는 것으로서, 이때 특히 마이크로기기 및 집적된 광학 또는 마이크로 유체소자를 언급할 수 있다. 이러한 기술은 마이크로 전자공학과 결부되어 가능할 수 없는 수의 신규한 전자공학, 광학, 생물학 및 기계학적 기능의 요소를 열어놓았다. 비전자공학적인 구성요소, 시스템 성분 및 마이크로 기술의 서브시스템의 대량제작에 있어서, 반도체 기술의 특별히 가능성이 있는 제조방법이 가능한 한 큰 범위로 사용된다. 또한 마이크로 기술을 위한 정교한 제조기술의 고전적인 방법이 유용하고 상응하게 개량된 반도체 제조방법과 융합하여, 좁은 범위의 규모평면 기술을 허용할 수 있고 다수의 형태 및 재료로 구성되는 새로운 소형 가능성을 열 수 있다. 이러한 요구는 예를 들어 제조

단계로부터의 석판인쇄술, 전기주조 및 주형으로 구성되고 핵심 연구센터 카를스루에(Karlsruhe) 시에서 개발된 LIGA-방법에 의해 대규모로 총축된다. 기본적인 LIGA-방법의 실질적인 제조단계는 사용되는 중합체의 정확한 구조에 따른 방사선 조사단계이다. LIGA-방법의 원칙적인 수행 가능성은 간단한 미소구조에 근거하여 특별히 제조되는 폴리메틸메타크릴레이트(이하 PMMA라 한다)를 사용하여 확인된다. 이로써 엑스(X)선으로 방사선 조사하기 위해 개발된 다수의 플라스틱이 존재한다. 특히 여기서는 폴리옥시메틸렌(POM) 및 폴리에스테르, 특히 폴리글리콜라이드 및 폴리락타이드(0E-41 41 352 A1)가 지적된다.

UV-석판인쇄술에 의해 구조를 형성하기 위해 예폭사이드 내식막 SU8을 사용하는 방법은 다수의 공지문헌에 기술되어 있다[참조: High-Aspect-Ratio, Ultrathick, Negative-Tone Near-UV Photoresist for MEMS APPLICATIONS: M. Despont, H. Lorenz, N. Fahrin, J. Brugger, P. Renaud and P. Vettiger, Proc. of the 10th IEEE Int'l Workshop on Micro Electro Mechanical Systems(MEMS '97) Jan. 26-30, 1997, Nagoya, Japan; Micromachining applications of a high resolution ultrathick photoresist: Lee, La Bianca, et al., J. Vac. Sci. Technol. B.13(6), Nov/Dec 1995]. 추가로 예를 들어 마이크로 전자 공학적 구성부품, 전자 공학적 구성부품 또는 광학 구성부품의 캡슐을 위한 예폭사이드 혼합물이 사용된다[참조: PROTAVIC-Broschure].

위에서 언급한 LIGA-방법에 따라 구조 깊이가 수 마이크로미터 내지 밀리미터 범위의 3차원 복합 구조체를 제조함에 있어서, 구성 플라스틱은 고도의 방사선 조사의 소모를 필요로 하는 것으로 나타났다. 또한, 적합한 현상 매질을 사용하여 방사선 조사된 중합체 부분을 현상함에 있어서 방사선 조사되지 않은 중합체 부분이 부풀고, 이때 정밀한 미소구조체가 파괴될 수 있음을 나타낸다. 다른 한편으로는 부풀어진 중합체 부분이 건조시에 긴장에 의한 균열을 일으킬 수 있어 전기에 대해 쓸모가 없는 미소 구조체를 제공한다. 추가의 문제점은 비용이 많이 드는 후가공에 있어서 특정 플라스틱, 특히 폴리락타이드 및 폴리글리콜라이드가 방사선 조사를 위해 기판상의 비용이 많이 드는 예비과정에 의해 도입되어야 한다는 것이다.

UV 경화성 래크(lack) 시스템은 미소 구조체를 제조하기 위해 사용될 수 있다. 이때 광학 성분 및 유체 소자 성분을 위해 종종 필요한 서브 마이크로미터의 정확성은 총 두께가 마이크로미터 및 밀리미터 범위에 존재하는 경우, 사용되는 빛(파장 300nm 내지 460nm)의 굴절효과, 산란효과 및 간섭효과로 인해 성취할 수 없다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 싱크로트론 방사선을 사용하여 방사선 조사함에 있어서 미미한 방사선 조사 소비를 필요로 하고 엑스선의 영향하에 해중합되거나 가교되고 특별한 현상에 의해 선택적으로 제거할 수 있는 중합체를 발견하는 것이다. 이러한 중합체는 추가로 간단한 시험 물질제조를 나타내야하고 인장에 의한 균열 및 결함을 나타내지 않아야 한다. 또한 반도체 제조공정에 상용성이 확보되어야 한다.

#### 발명의 구성 및 작용

본 발명의 대상은 중합체로서 UV-경화성 및 광-경화성 예폭시 화합물을 사용함을 특징으로 하며, 엑스선으로 중합체를 사전과 같이 방사선 조사함으로써 수 마이크로미터 내지 밀리미터 범위의 구조 깊이를 갖는 미소 구조체의 제조방법이다. 엑스선으로서 바람직하게는 싱크로트론 방사선을 사용할 수 있다. 본 발명에 따른 방법을 수행하기 위해 예폭시 화합물은 기판상에 압축, 압출, 스텝핑, 분무 성형 또는 스프인 피복에 의해 도입될 수 있다. 본 발명의 방법은 다수의 단계에 의해 수행될 수 있다.

놀랍게도, 반도체 제조기술 또는 플라스틱 제조기술 분야로부터 공지된 광 경화성 예폭시 화합물은 엑스선에 의해 구조를 형성할 수 있고 위에서 언급된 요건을 충족시키는 것을 발견하였다. 예를 들어 LIGA-방법에 대해 요구되는 바와 같이 고도의 중형비로 엑스선하에 경화되는 예폭시 화합물을 미소 구조체를 제조하기 위해 사용하고 이때 제공되는 이점은 놀라운 정도이며 지금까지 공지된 문헌으로부터는 유추되지 않는 것이다.

본 발명의 방법에 따라 구조 깊이가 1 $\mu$ m 내지 10mm인 미소 구조체를 제조하여 싱크로트론 방사선을 사용하는 방사선 조사 및 선택적인 현상제의 현상에 의해 측면을 측정하는 경우 수 마이크로미터 내지 밀리미터 범위의 골 깊이 1 $\mu$ m 내지 10000 $\mu$ m로 구조를 형성할 수 있다. 선택적인 현상제는 유기 용매 및 알칼리성 매질, 바람직하게는 예를 들어 프로필렌글리콜-모노메틸에테르-아세테이트(PGMEA), 글리콜 분액 또는 알칼리 알칼리 하이드록사이드 용액을 갖는 하이드록사이드 용액이 적합하다.

방사선 조사는 본 발명에 따른 방법에 있어서 엑스선 공급원으로부터 에너지가 충분한 평행한 방사선을 사용하여 수행된다. 이러한 방사선의 파장은 0.1nm 내지 10nm, 바람직하게는 0.1nm 내지 1nm의 범위이다. 이러한 방식의 방사선 조사는 예를 들어 베릴륨 또는 폴리이미드 필름(예를 들어 캡톤(Kapton), 제조사: Dupont de Nemours)으로부터의 특별히 예비 흡수되는 싱크로트론에서 방사선 조사시간 1분 내지 300분으로 예를 들어 25mA의 한스트림에 의해 수행될 수 있다.

방사선 조사 비용은 싱크로트론으로부터 분기되는 전기 저장기에서의 전기 에너지에 의존한다. 일반적으로 전기 에너지는 1.0GeV 내지 2.7GeV이다.

패턴식 방사선 조사를 위해 통상적으로 예를 들어 티탄, 베릴륨 또는 다이아몬드 기판 필름으로 이루어진 특별한 엑스선 마스크를 금-흡수구조체 또는 텅스텐-흡수구조체와 함께 사용한다.

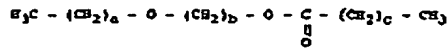
본 발명에 방법에 대해서는 특히 예폭시 화합물 SU8(마이크로 레지스트 테크놀로지사에 의해 시판중), 또는 도체판의 에칭을 위한 액체 감광성 내식막[상품명 엘페머(ELPEMER)로서 공지됨, 제조사: Lackwerke Peters GmbH]이 적합하다. 추가로 사용할 수 있는 성분에 대한 예는 시판중인 보호 래크(상품명 프로타빅(Protavik) PU 및 프로타빅 UV, 제조사: Protex)이다.

미소 구조체를 제조하기 위해 예폭시 화합물은 예를 들어 압축, 분무 성형, 압출 또는 스프인 피복에 의해 온도 20°C 내지 100°C에서 고체 기판, 바람직하게는 니켈, 구리, 철 또는 티탄과 같은 전기 전도성

금속 기판상에 도입될 수 있다. 이때 경우에 따라 결함층, 결함 러커 또는 특별한 결함제를 사용할 수 있다. 기판 상의 에폭시 화합물의 층의 두께는 일반적으로 1 $\mu$ m 내지 10,000 $\mu$ m, 바람직하게는 10 $\mu$ m 내지 1,000 $\mu$ m, 특히 100 $\mu$ m 내지 800 $\mu$ m이다.

패턴식 방사선 조사에 따라 적합한 현상 매질을 사용하여 현상한다. 현상제로서 다음 화학식 1의 알킬렌 글리콜 알킬 에테르 알킬 모노카복실산 에스테르 화합물을 기본으로 하는 시스템 또는 이의 이성체, 예를 들어 프로판렌 글리콜 모노메틸에테르 아세테이트, 프로판렌 글리콜 모노에틸 에테르 아세테이트, 에틸렌 글리콜 부틸 에테르 아세테이트, 부틸렌 글리콜 이소프로필 에테르 프로파노에이트, 또는 열기성 현상제, 예를 들어 글리콜렌과 배합된 알칼리 하이드록사이드 용액 또는 알콜계 알칼리 하이드록사이드 용액을 사용할 수 있다.

#### 화학식 1



본 발명에 따른 방법은 다음과 같은 이점을 갖는다:

- 사용되는 중합체는 미소 구조체일 수 있다; 중합체는 미미한 마이크로미터의 구 조폭과 동시에 5 : 1 내지 1000 : 1, 바람직하게는 10 : 1 내지 100 : 1의 높은 중형비(구조 높이 대 구조 폭의 비)의 미소 구조체를 제조할 수 있다.
- 제공되는 에폭시 화합물을 사용하여 동일한 방사선 조사 소비로 공지된 합성수 지를 사용하는 것보다 사실상 더욱 큰 구조 길이의 미소 구조체를 수득한다. 폴리메틸 메타크릴레이트(PMMA)에 비해 감광성은 100 내지 1000으로 상승 한다.
- 측면 측정시 예를 들어 구조 높이가 500 $\mu$ m인 구조체가 결함을 나타내지 않고 서 브마이크로미터 범위에서 제조된다.
- 구조체의 정밀도는 서브마이크로미터 범위에서 수득할 수 있다.
- 미소 구조체는 예리하고, 가파른 모서리와 매끄러운 측면을 갖는다.
- 중합체는 80 $^{\circ}$ C 이하의 온도에서 기계적으로 안정하고 열기계적 성능이 풍부하다.
- 중합체는 전기공정을 문제없이 수행하고 예를 들어 산성 구리상 및 니켈상, 황산 및 아미도황 산 및 복합 결함제에 대해 안정적이다. 온도 20 $^{\circ}$ C 내지 80 $^{\circ}$ C에 서 미소 구조체는 24시간 이상 동안 전기상에서 변하지 않는 채 존재한다.
- 플라스틱의 표면은 매끄럽다; 기판상에 균일한 층 두께로 도포된다.
- 제공되는 현상제는 매우 양호한 선택성을 보유한다.
- 이러한 에폭시 화합물은 LIGA 방법에 대해 탁월하게 적합하고 반도체 기술에 사용되는 설비에 서 매우 양호하게 가공될 수 있다.

본 발명에 따른 방법은 다음의 실시예를 사용하여 이에 한정되지 않고 더욱 상세히 설명한다.

#### 실시예 1

실리콘(웨이퍼)으로 이루어진 직경 100mm 및 두께 0.5mm 크기의 기판상에 층 두께 (505  $\pm$  25) $\mu$ m의 에폭시 화합물 SU8 층을 스펀 피복한다. 이러한 내식막을 90 $^{\circ}$ C의 열판상에서 건조시킨 다음 2.36eV 전기-에너지의 싱크로트론에서 35분 동안 20mA의 환스트림 및 스캐너 돌출부 20mm에 의해 스캐너 속도 1mm/s에서 엑스선 마스크에 의해 시험구조체(직경 1 $\mu$ m 내지 500 $\mu$ m의 육각형 컵을 갖는 필드)를 사용하여 패턴식 방사선 조사를 수행한다. 현상은 25 $^{\circ}$ C에서 PGMEA를 사용하여 25분 동안 수행한다. 구조체는 완전히 자유롭게 현상된다. 구조를 형성한 에폭시 화합물은 현상 잔류물을 함유하지 않는 전형적인 구조체이고 단일 칼럼 내지 5 $\mu$ m 범위(키의 폭)의 탁월한 현상 성능을 나타낸다.

#### 대조 실시예 1

PMMA로 이루어진 시험물질을 상응하는 조건하에 60분 동안 방사선 조사하고 PMMA에 대해 최적화된 현상제(GG-현상제)를 사용하여 현상한다. 차이는 단지 100 $\mu$ m이다. 상응하는 칼럼 구조체에 있어서 직경이 50 $\mu$ m인 칼럼이 최대이다. 직경이 더욱 작은 칼럼은 구부러지거나 파괴된다.

위와 같은 두 실시예의 비교로 나타나는 바와 같이, 높이 약 500 $\mu$ m의 구조체를 PMMA에 있어서 동일한 조건하에 10시간 이상 동안 방사선 조사해야 한다. 여기서 중형비는 40에 이를 수 있다. 이에 반해 SU8 에 있어서 더욱 두꺼운 구조체가 더욱 짧은 방사선 조사시간에서 더욱 높은 중형비로 더욱 경제적으로 제조되고 동시에 더욱 고도의 품질로 제조된다.

#### 실시예 2

구리로 이루어진 기판 판상에 두께가 300 $\mu$ m인 에폭시 화합물 엘페머 SO 2054를 스펀 피복에 의해 도포하고 2.36eV 전기-에너지의 싱크로트론에서 15분 동안 20mA의 환스트림 및 스캐너 돌출부 20mm에 의해 분광 구조를 갖는 엑스선 마스크에 의해 패턴식 방사선 조사를 수행한다. 후속되는 현상을 위해 물/글리콜 1 : 1중의 수산화나트륨의 5% 용액을 25 $^{\circ}$ C에서 75분 동안 사용한다. 구조체는 완전히 자유롭게 현상된다. 구조를 형성한 에폭시 화합물은 분광 구조의 전형적인 각자형 치열에서 기능상 특정한 치열 모서

리의 탁월한 형상을 나타낸다. 분광기는 단일 결합 및 통계적인 결합을 함유하지 않는다.

#### 대조 실시예 2

총 두께가 300 $\mu$ m인 구리상의 PMMA로 이루어진 시험물질을 동일한 조건하에 PMMA-형태의 방사선 조사량이 300 $\mu$ m의 총을 형성할 때까지 방사선 조사한다. 방사선 조사는 6시간에 이른다. 66-현상제를 사용하여 현상한다. 치열에 있어서 전체적인 치열의 높이에 걸쳐 차이가 불분명하고 구조체가 뭉툭해진다. 이렇게 제조되는 구조체는 단일 결합 및 통계적인 결합을 나타낸다.

#### 시험의 요점

위와 같은 두 실시예의 비교로 나타나는 바와 같이, 경험적으로 미소 구조체의 두께가 150 $\mu$ m 이하인 경우 PMMA를 사용하여 전형적인 격자치열을 갖는 마이크로 분광기에 대해 제공되는 격자구조가 현실화될 수 있다. 이에 반해 SD 2054에 있어서 방사선 조사되는 총을 위해 더욱 두꺼울 수 있고; 그럼에도 불구하고 분광학적으로 더욱 짧은 방사선 조사시간으로 더욱 명백한 치열형태를 갖는 격자 구조가 형성된다.

#### (57) 청구의 범위

청구항 1. 사용되는 중합체가 광 경화성 및 UV 경화성 에폭시 피복물을 포함함을 특징으로 하며, 중합체를 X선으로 패턴식으로 조사하고, 용해되거나 용해되어 있는 영역을 선택적으로 용해시켜, 구조체의 깊이 범위가 수  $\mu$ m 내지 수  $\mu$ m인 미소 구조체를 제조하는 방법.

청구항 2. 제1항에 있어서, 사용되는 X선이 싱크로트론 방사선(synchrotron radiation)임을 특징으로 하는 방법.

청구항 3. 제1항 또는 제2항에 있어서, 에폭시 피복물이 바람직하게 기판에 스핀 피복 또는 주입 성형에 의해 도입됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 4. 제1항 내지 제3항 중의 어느 한 항에 있어서, 구조체의 깊이 범위가 1 $\mu$ m 내지 10,000 $\mu$ m, 바람직하게는 10 $\mu$ m 내지 1,000 $\mu$ m, 특히 바람직하게는 100 $\mu$ m 내지 800 $\mu$ m인 미소 구조체가 제조됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 5. 제1항 내지 제4항 중의 어느 한 항에 있어서, 측면 치수가 10 $\mu$ m 이하인 미소 구조체가 제조됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 6. 제1항 내지 제5항 중의 어느 한 항에 있어서, 증황비 범위가 5 대 1 내지 1000 대 1, 바람직하게는 10 대 1 내지 100 대 1인 미소 구조체가 제조됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 7. 제1항 내지 제6항 중의 어느 한 항에 있어서, 사용되는 선택적 현상제가 유기 용매, 글리콜을 함유하는 알칼리 하이드록사이드 용액 또는 알콜계 알칼리 하이드록사이드 용액을 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 8. 제1항 내지 제7항 중의 어느 한 항에 있어서, 알킬렌 글리콜 알킬 에테르 알킬 모노카복실산 에스테르 화합물, 바람직하게는 프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르 아세테이트(PMMEA), 에틸렌 글리콜 부틸 에테르 아세테이트 또는 부틸렌 글리콜 이소프로필 에테르 프로파노에이트를 기본으로 하는 선택적 현상제가 사용됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 9. 제1항 내지 제8항 중의 어느 한 항에 있어서, 접착 촉진제가 사용됨을 특징으로 하는 방법.